

**NACHWEIS VON HASCHISCHBESTANDTEILEN
NACH DEM RAUCHEN VON HASCHISCHZIGARETTEN
IN DER ATEMLUFT**

Hans-Rainer Moll

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DEM INSTITUT FÜR RECHTSMEDIZIN DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand: Prof. Dr. med. W. Spann

NACHWEIS VON HASCHISCHBESTANDTEILEN NACH DEM RAUCHEN
VON HASCHISCHZIGARETTEN IN DER ATEMLUFT

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät

der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

HANS-RAINER MOLL

aus Ulm

München 1973

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. G. Hauck
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. W. Spann
Dekan:	Prof. Dr. med. W. Spann
Tag der mündlichen Prüfung:	24.4.1973



DISSERTATIONS- UND FOTODRUCK FRANK oHG
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Einleitung	3
II. Problemstellung	4
III. Haschisch	4
1) Gewinnung	4
2) Zusammensetzung	4
3) Wirkung	6
4) Stoffwechsel	7
IV. Haschischnachweis	9
1) Farbreaktionen	9
2) Papierchromatographie	9
3) Dünnschichtchromatographie	9
4) UV-Spektrophotometrie	10
5) Massenspektrophotometrie	10
6) Gaschromatographie	10
V. Haschischnachweis aus dem Urin	11
VI. Verhalten von Cannabis beim Rauchen	12
VII. Haschischnachweis an den Fingern und aus dem Mund nach dem Rauchen	13
VIII. Identifizierung von Cannabisbestandteilen aus dem Rauch in geschlossenen Räumen	14

	Seite
IX. Eigene Untersuchungen	15
1) Dünnschichtchromatographische Untersuchungen	15
2) Untersuchungen mit Versuchspersonen	21
3) Gaschromatographische Untersuchungen	24
a) Versuche mit dem FID (Flammenionisationsdetektor)	24
b) Versuche mit dem ECD (Elektroneneinfangdetektor)	27
X. Diskussion	30
XI. Zusammenfassung	32
XII. Literaturverzeichnis	33

I. EINLEITUNG

Aus den letzten statistischen Angaben des Bayrischen Landeskriminalamtes von 1969 bis 1971 ist eine starke Zunahme der Rauschdrogendetikte abzulesen. Haschisch und Marihuana, welche aus dem Indischen Hanf gewonnen werden, sind die am meisten beschlagnahmten Drogen. (Allein in München 1969 von 36,7 kg auf 1330 kg 1971.)

Die international gebräuchliche Bezeichnung für die euphorisch wirkenden Zubereitungen des Indischen Hanfes (*Cannabis sativa* L.) ist Cannabis. Cannabis wird je nach Zubereitung in Deutschland meist als Haschisch oder Marihuana, in Nordamerika als Marihuana oder reefers und in Nordafrika als kif bezeichnet.

Indischer Hanf, sowie Indischer Hanfextrakt und Indisch Hanftinktur unterliegen in Deutschland als Rauschgifte dem Opiumgesetz. Da Haschisch durch das Fehlen von Entziehungssymptomen und fehlender Neigung zur Dosiserhöhung keine Sucht im eigentlichen Sinne wie z. B. die Opiate erzeugt wird heute oft behauptet, daß Haschisch überhaupt kein Rauschgift ist. Von verschiedenen Autoren wird aber eine psychische Abhängigkeit nach längerem Mißbrauch für gegeben gehalten. Ein Zusammenhang von Haschischrauchen und Mißbrauch von Opiaten konnte dagegen nicht bewiesen werden. (Ball)

Prinzipiell bildet jeder Hanf Wirkstoffe. Da aber die von den europäischen Hanfarten hauptsächlich produzierte Cannabidiolcarbonsäure nicht in die von tropischen Arten produzierte Tetrahydrocannabinolcarbonsäure übergeführt wird, aus welcher das euphorisch wirksame Tetrahydrocannabinol hervorgeht, sind die europäischen Hanfarten zur Gewinnung von Rauschmitteln ungeeignet. Außer der Art der Hanfpflanze und deren Reifungsgrad und Kultivierung (nicht kultivierte Pflanzen enthalten eine große Fraktion Cannabidiol und sehr wenig Cannabinol und Tetrahydrocannabinol) spielt auch der klimatische Faktor zur Bildung der Wirkstoffe eine entscheidende Rolle. (Claussen, Schultz, David, Davis, Phillips, Ohlsson)

II. PROBLEMSTELLUNG

In dieser Arbeit sollte der Versuch gemacht werden Haschischbestandteile nach dem Rauchen von Haschischzigaretten in der Atemluft nachzuweisen. Dabei sollten auch die verschiedenen Nachweisverfahren auf ihre Brauchbarkeit untersucht werden.

III. HASCHISCH

1) Gewinnung

Der Indische Hanf enthält je nach Reifegrad in den Blättern und Samen etwas Wirkstoff, der meiste wird jedoch zur Blütezeit in Form eines Harzes aus Drüsenhaaren sezerniert.

Haschisch wird nun gewonnen, indem man das an den Blütenständen und Blättern sezernierte Harz an Woll- oder Lederdecken abstreift und dann das haftengebliebene Harz von den Decken abkratzt. Durch Auskochen mit Wasser wird das Harz weitgehend von den übrigen Pflanzenbestandteilen getrennt. Das braungrün gefärbte, gereinigte oder ungereinigte Produkt wird schließlich in Stangen oder Platten gepreßt und so in den Handel gebracht. (Völksen)

Das weniger wirkstoffreiche Marihuana besteht aus getrockneten Cannabisblüten und Cannabistriebspitzen. (Chopra)

Einem weit verbreiteten Irrtum entgegen ist es übrigens unerheblich, ob männliche oder weibliche Hanfpflanzen zur Herstellung von Haschisch oder Marihuana verwendet werden.

2) Zusammensetzung

Haschisch enthält in variierenden Konzentrationen, welche vom Herkunftsland, der Art und dem Reifungsgrad abhängen, folgende, seit

langem bekannte Cannabinolverbindungen:

Cannabinol	(CBN)
Cannabidiol	(CBD)
Cannabidiolsäure	(CBDS)
Tetrahydrocannabinole	(THC)

Außerdem wurden in den letzten Jahren folgende Cannabisinhaltstoffe isoliert:

Eugenol, Guaicol	(Obata 1960)
Cannbigerol	(Gaoni 1964)
Cannabigerolsäure	(Mechoulam 1965)
Cannabinolsäure	(Mechoulam 1965)
Tetrahydrocannabinolcarboxylsäure	(Korte 1965)
Cannabichromen = THC II	(Claussen 1966)
Cannabipinol	(Claussen 1968)
Tetrahydrocannabitriol	(v. Spulak 1968)
Cannabicyclol	(Kane 1968)
Cannabidivarin	(Vollner 1969)
Cannabivarin	(Merkus 1970)

Die Biogenese der Cannabinolverbindungen geht folgendermaßen vor sich:

Durch Kondensation von Geranylphosphat mit Olivetol oder Olivetolsäure erhält man Cannabigerol bzw. Cannabigerolsäure. Ein Ringschluß von Cannabigerol zu Cannabidiol ist nicht möglich, da Cannabidiol eine höhere Oxidationsstufe als Cannabigerol hat. Erst eine Oxidation von Cannabigerol zu 8-Hydroxycannabigerol macht eine Cyclisierung zu Cannabidiol oder Cannabichromen (THC II) möglich. Durch Ringschluß gelangt man nun von Cannabidiol zu Δ -9-THC und schließlich durch dessen Dehydrierung zu Cannabinol.

3) Wirkung

Die euphorische Wirkung des Haschischs wird von den Tetrahydrocannabinolen verursacht, wobei die Intensität mit steigendem Gehalt an THC I zunimmt, sich aber mit steigendem Anteil von THC II vermindert. THC II, das Cannabichromen, ist beim Menschen ohne euphorische Wirkung, jedoch wirkt diese Verbindung sedativ und verursacht Ataxie. Auch THC III ist weniger aktiv als THC I. Unter den Isomeren zeigt Δ -9-THC die stärkste Wirkung.

Cannabinol bewirkt Ataxie, Cannabidiolsäure wirkt antibiotisch und sedativ, Cannabidiol, Cannabigerol und Cannabigerolsäure antibiotisch. (Claussen, Kolšek)

Haschisch wird meistens geraucht, seltener oral eingenommen. Die Wirkschwelle des am stärksten wirksamen Δ -9-THC beträgt beim Rauchen 25 $\mu\text{g/kg}$, was bei einem 70 kg schweren Mann 1,8 mg entspricht. Gewöhnlich enthält eine Zigarette 250 bis 300 mg Haschisch, was je nach Qualität der Ware 3 bis 5 mg THC entspricht.

Die Wirkung macht sich in einem Rauschzustand bemerkbar, welcher durch Euphorie, Analgesie und Sinnestäuschung gekennzeichnet ist. Hier stehen vor allem verstärkte Gehörsempfindungen und Licht- und Farbvisionen im Vordergrund, wobei zwar die örtliche und zeitliche Orientierung verloren geht, das Bewußtsein aber nicht völlig ausgeschaltet ist. Bei etwa 15 mg THC stellen sich dann Halluzinationen und Sinnesverwirrungen wie Angstzustände oder ein depressives Stadium ein. An Nebenwirkungen treten unter anderem Trockenheit des Mundes, Conjunktivitis, Dermatitis, Mydriasis und verstärkte Diurese auf. Bei chronischer Haschischaufnahme macht sich oft nach einiger Zeit ein Persönlichkeitsverfall bemerkbar. (Lerner, Isbell)

Claussen (1968) gibt im Gegensatz dazu als Mindestdosis für die psychotrope Wirkung 2 - 3 $\mu\text{g/kg}$ an.

4) Stoffwechsel

Das metabolische Schicksal der Cannabinole und von Δ -9-THC ist relativ unbekannt.

Miras (1965) injizierte Ratten C^{14} -THC intraperitoneal und stellte mit den ersten Zeichen einer Wirkung Radioaktivität im Urin fest. Nach 90 Minuten ließ er die Ratten ausbluten und fand in mehreren Organen Radioaktivität, unter anderem in der Leber 4,8 % der injizierten Dosis, im Blut aber nur 0,5 %. Mit diesen Zahlen decken sich auch in etwa die Ergebnisse von Turk (1969), der die Konzentration von

Δ -9-THC im Gewebe der Ratte bestimmte. Er fand unter anderem, daß bei einer Dosis von 100 mg/kg im Blut nach 3 Stunden 1,4 μ g/ml, nach 6 Stunden ebenfalls 1,4 μ g/ml und nach 12 Stunden 0,1 μ g/ml nachweisbar waren. In der Niere fand er nach 3 Stunden 29,2 μ g/g, in der Leber 12,9 μ g/g und in der Lunge 1,1 μ g/g. Nach 6 Stunden waren in der Niere noch 22,7 μ g/g, in der Leber 0,3 μ g/g und in der Lunge 0,7 μ g/g. Nach 12 Stunden fand er nur noch in der Niere 11,9 μ g/g und in der Lunge 0,4 μ g/g. Nach 24 Stunden waren in der Niere noch 8,2 μ g/g, in der Lunge 0,2 μ g/g.

Agurell (1969 + 1970) fand nach Tierexperimenten, daß radioaktives Δ -9-THC nach intravenöser Injektion fast vollständig zu polaren Metaboliten metabolisiert. Über 80 % des THC wurde in metabolisierter Form via Faeces, der Rest ebenfalls metabolisiert im Urin ausgeschieden. Hinsichtlich der Verteilung des THC in den Organen kam er zu ähnlichen Resultaten wie Turk. Agurell fand außerdem, daß sich nach 72 Stunden der weitaus größte Teil der noch vorhandenen Radioaktivität in der Gallenblase, der Milz und dem Körperfett befindet. Insgesamt wird aber innerhalb der ersten Woche weniger als 50 % der zugeführten Menge THC ausgeschieden.

Foltz (1970) konnte in Versuchen mit Ratten nach Gabe von trans- Δ -8-THC als dessen Hauptmetaboliten 11-Hydroxy- Δ -8-THC aus Lebermikrosomen in vitro bestimmen.

Da Δ -9-THC nach 15 Minuten im Körper kaum noch nachweisbar ist, die Wirkung aber bedeutend länger anhält, muß diese von einem Metaboliten ausgelöst werden.

Nach Ansicht von Mechoulam wird durch ein Enzym das Δ -9-THC zu Hydroxy-THC oxidiert. Dieses Enzym konnte bisher noch nicht nachgewiesen werden und kommt normalerweise auch nicht vor, da es erst unter Einfluß des Δ -9-THC gebildet wird. Erst nach erfolgter Enzyminduktion kann das Δ -9-THC in die hydroxylierte Form mit den bekannten psychischen Wirkungen übergeführt werden.

Dies könnte erklären, warum die meisten Menschen beim ersten Haschischrauchen keine oder nur wenig Wirkung spüren.

IV. HASCHISCHNACHWEIS

1) Farbreaktion

Nachdem einfache Farbteste wie der Beam-Test (1911) oder der Duquenois-Test (1938) schon seit Jahrzehnten bekannt waren, veröffentlichte Maunder 1969 zwei einfache Farbteste für Cannabis und Fulton eine Cannabinol-spezifische Version des Beam-Testes. Das Verfahren nach Maunder ist nach Klug als Schnellprobe auf Cannabis zu empfehlen.

Ein Krümel des fraglichen Materials auf einem Filterpapier wird mit etwas Petroläther versetzt. Nach dem Trocknen löst man auf der Rückseite des Papiers an der entsprechenden Stelle eine Spatelspitze eines Gemischs aus 100 Teilen Na_2SO_4 und einem Teil Echtblausalz B in einigen Tropfen Wasser. Bei positivem Ausfall entsteht eine rote bis violette Farbe.

Schon vor geraumer Zeit entwickelten verschiedene Autoren Verfahren, mit denen sie Haschischinhaltsstoffe trennen und nachweisen konnten.

Dazu dienten:

2) Papierchromatographie

(de Ropp, Kolšek, Davis-Farmilo, Grlik)

3) Dünnschichtchromatographie

(Bäumler, Korte Sieper, Miras, Betts-Holloway, Caddy-Fish, Claussen, Parker, Lukowicz, Turk, Agurell, Machata, Pohl, Klug, David.)

Die meisten dieser Autoren verwenden zur Dünnschichtchromatographie nichtimprägnierte Platten und färben mit wenigen Ausnahmen die Plat-

ten mit Echtblau-B-Lösung. Mit der Dünnschichtchromatographie kann Haschisch je nach Verfahren in bis zu 13 Komponenten getrennt und sehr spezifisch nachgewiesen werden.

4) UV-Spektrophotometrie

(Bäumler 1964) Sie wurde zum Nachweis der Haschischkomponenten verwendet, doch ist dieses Verfahren nicht streng spezifisch, sondern kann nur zur Festigung anderer Untersuchungen dienen.

5) Massenspektrophotometrie

(Claussen, Foltz, Blum) Dieses Verfahren ist zum Nachweis sehr kleiner Mengen geeignet, jedoch wird es wegen des sehr großen apparativen Aufwandes nur sehr selten verwendet.

6) Gaschromatographie

Neuerdings beschäftigen sich viele Autoren mit der Gaschromatographie. (Kingston, Martin, Davis-Farmilo, Claussen, Betts-Holloway, Caddy-Fish Heaysman, Lerner M., Parker, Toffoli, Agurell-Nilsson, Lerner P., Machata, Haag, Baker, Phillips, Pohl, Blum.)

Die Gaschromatographie dürfte wohl das empfindlichste Verfahren sein und kann nach Meinung der meisten Autoren bei positivem Ausfall als Haschischnachweis gelten.

V. HASCHISCHNACHWEIS AUS DEM URIN

Christiansen (1969) inkubierte den Urin von Versuchspersonen, die zuvor einen Tee mit 750 mg Cannabisharz getrunken hatten, mit β -Glucuronidase-aryl-sulfatase und konnte im Zeitraum von zwei bis siebeneinhalb Stunden jeweils CBD und zwei nicht näher benannte Metaboliten nachweisen.

Machata (1970) wies ebenfalls aus dem Urin von Versuchspersonen nach Behandlung mit β -Glucuronidase einmal nur CBD, einmal CBD + THC und einmal CBD + THC + CBN nach.

Anderson (1971) entwickelte nach Vorarbeit von Agurell (1969) ein Verfahren, mit dem er sechs bis sieben Stunden nach der Einnahme von Cannabis aus dem Urin eine positive Reaktion erzielen konnte. Den Hauptmetaboliten 7-OH- Δ -1-THC dehydrierte er zu Cannabinol. Er verlangt zum Haschischnachweis, daß bei anschließender Dünnschichtchromatographie mindestens zwei Flecken (CBN und THC) vorhanden sein müssen. Diese Methode konnte allerdings nach Dr. Leucht, Bayrisches Landeskriminalamt, nicht bestätigt werden.
(persönliche Mitteilung)

VI. VERHALTEN VON CANNABIS BEIM RAUCHEN

Miras (1964) verglich die Bestandteile von gewöhnlichem Cannabis mit dem Sublimat von gerauchtem Cannabis. Er fand, daß während des Rauchens etwa 40 % der Cannabibestandteile verlorengehen und Cannabidiolsäure durch Dekarboxylierung zu Cannabidiol völlig verschwindet. Tetrahydrocannabinol wird nicht verändert.

Claussen (1968) untersuchte ebenfalls den Rauch von Cannabis. Seine Untersuchungen ergaben, daß die phenolischen Carbonsäuren beim Rauchen decarboxyliert werden und CBD bzw. THC freisetzen. CBD wird thermisch nicht zu THC cyclisiert. Dies erklärt, warum europäische Hanfarten, die ja nur Cannabidiolcarbonsäure enthalten, nicht psychotrop wirksam sind. Die thermolabile Doppelbindung von Δ -9-THC wird nur bei sehr langsamem Rauchen zu Δ -8-THC isomerisiert. Außerdem wird beim Rauchen ein Teil des Cannabinols hauptsächlich durch Dehydrierung von Tetrahydrocannabinol erzeugt.

Haschisch enthält oft nur 2 % Wirkstoff. Beim Rauchen werden 98 % davon verbrannt, so daß dann z. B. von 1 g Haschisch nur noch 0,4 mg Wirkstoff im Rauch vorhanden sind und maximal vom Körper über die Lunge aufgenommen werden können.

VII. HASCHISCHNACHWEIS AN DEN FINGERN UND AUS DEM MUND NACH DEM RAUCHEN

Stone (1969) entwickelte ein einfaches Verfahren, mit dessen Hilfe er an den Fingern und aus dem Mund Cannabinole nachweisen konnte. Er tauchte den Daumen und die ersten zwei Finger der Hand in Chloroform und verarbeitete dann diese Lösung. Den Mund spülte er viermal hintereinander mit je 15 ml 10 %igem Äthanol, das 1 % Natriumchlorid enthält und verarbeitete dann diese Lösung weiter. Die Cannabinole wies er mit Dünnschicht- oder Gaschromatographie nach. Stone kam zu folgenden Ergebnissen:

- a) Nachweis von CBN 1 bis 3 Stunden nach dem Rauchen an den Fingern.
- b) Wurde das Cannabis mit den Fingern berührt, so konnte er außer CBN auch CBD nachweisen. THC konnte er mit seinem dünn-
schichtchromatographischen Verfahren nicht von CBD trennen.
- c) Aus dem Mund konnte er 30 bis 60 Minuten nach dem Rauchen noch CBN nachweisen.

VIII. IDENTIFIZIERUNG VON CANNABISBESTANDTEILEN AUS RAUCH IN GESCHLOSSENEN RÄUMEN

Fish und Wilson (1969) entwickelten ein Verfahren, mit dem sie 5 bis 10 Stunden nach dem Rauchen von Haschischzigaretten in geschlossenen Räumen die Hauptbestandteile von Cannabis nachweisen konnten.

Sie saugten die Zimmerluft 5 oder 10 Minuten lang mit einem Staubsauger durch eine Glasfilterscheibe und extrahierten und reinigten daraus die Rückstände. Daraufhin wiesen sie THC, CBD und CBN entweder dünnschichtchromatographisch (nach Caddy und Fish) oder gaschromatographisch (Caddy et al.) nach.

IX. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1) Dünnschichtchromatographische Untersuchungen

Um einen zuverlässigen Nachweis von Haschisch zu führen, ist es notwendig, daß die Methode die Haschischbestandteile trennt und beim Färben genau und genügend empfindlich die einzelnen Bestandteile darstellt. Es zeigt sich als prinzipieller Unterschied, daß bei Verfahren mit nicht imprägnierten Platten THC stets zwischen den Fraktionen von CBN und CBD liegt, wobei eine dieser Fraktionen unmittelbar der THC-Fraktion anliegt bzw. mit ihr vermischt ist.

Bei Verfahren mit imprägnierten Platten hat THC den größten Rf-Wert und ist selbst noch in drei Fraktionen getrennt. (THC I, THC II, THC III)

Nach Durchsicht der Literatur prüfte ich das von Machata angegebene Verfahren, bei welchem mit nicht imprägnierten Platten gearbeitet wird und das von Lukowicz weiterentwickelte Verfahren nach Korte-Sieper, bei welchem imprägnierte Platten verwendet werden.

Machata verwendet Merck-Fertigplatten Kieselgel GF und entwickelt mit einem Gemisch aus Petroläther: Äther (4 : 1)

Die Platte wird zuerst im UV-Licht betrachtet und dann gefärbt. Als Färbereagentien werden entweder eine 1 %ige Lösung von 30 mg Echtblausalz B in 2n-Natronlauge oder eine 1 %ige Lösung von Dichlorchinonchlorimin in Äthanol verwendet.

Lukowicz geht folgendermaßen vor:

Kieselgel Fertigplatten der Firma Woelm werden 13 cm vom unteren Rand entfernt durch einen Querstrich unterbrochen. In drei cm Höhe werden die Lösungen aufgetragen. Die Kieselgelschicht wurde am unteren Rand 0,5 cm breit abgesprengt, damit sie nicht mit dem Imprägnierungsmittel in Berührung kommt. Anschließend stellt man die Platte in einen Chromatographietrog auf einen Aluminiumrost.

Sein Boden ist mit Dimethylformamid bedeckt und seine Wände mit dimethylformamidgetränktem Filterpapier ausgekleidet. Der Chromatographietrog wird nun für 90 Minuten in einen 45°C warmen Trockenschrank gestellt. Nach dieser Zeit ist die Kieselgelschicht mit der für eine saubere Auftrennung benötigten Dimethylformamidkonzentration gesättigt. Nun wird die Platte aus dem Trog herausgenommen und sofort ein- oder mehrmals mit Cyclohexan (nach Korte-Sieper) oder Petroläther : Äther (4 : 1) (nach Agurell) entwickelt.

Zur Sichtbarmachung der einzelnen Fraktionen wird 1 %ige Echtblausalz B-Lösung (20 mg Echtblausalz B in 20 ml n/10 NaOH) benützt.

Der Chromatographietrog mit der Dünnschichtplatte kann auch über Nacht oder länger im Trockenschrank bleiben.

Ich benützte zur Dünnschichtchromatographie Schleicher und Schüll DC-Alu - Fertigfolien A1500 LS 254 Kieselgel und löste eine kleine Spatelspitze Haschisch in einigen ml Petroläther, filtrierte den Extrakt, dampfte ihn ein und trug von dem Konzentrat einige Mikroliter auf die Platten auf. Die Platten entwickelte ich jeweils zweimal.

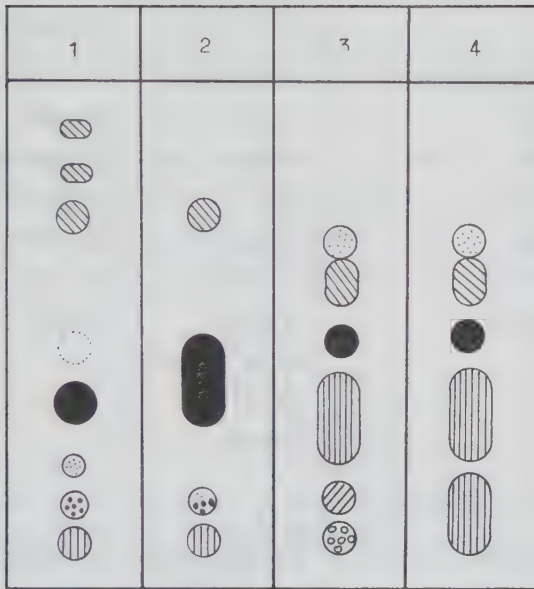


Abb. 1 Vergleichende Untersuchungen in verschiedenen Laufmittelsystemen und mit verschiedenen Färbungen.

- 1) Platte: Dimethylformamid imprägniert; Cyclohexan, Echtblausalz B (Korte).
- 2) Platte: Dimethylformamid imprägniert; Cyclohexan, Dichlorchinonchlorimin.
- 3) Petroläther: Äther (4 : 1), Echtblausalz B (Machata)
- 4) Petroläther: Äther (4 : 1), Dichlorchinonchlorimin

	Echtblausalz B	Dichlorchinon- chlorimin
 Tetrahydrocannabinol	scharlachrot	braun-blau
 Cannabinol	violett	blau-grau/grün
 Cannabidiol	orange	violett/braun - violett
 CBD-Isomer	orange	violett/ braun-violett
 Cannabidiolsäure	orange	purpur
	schwach violett	
	violett	
	braunrot	

Wie schon vermutet, trennten die nichtimprägnierten Platten die Haschischfraktionen nicht so sauber wie die imprägnierten Platten. Weiter zeigte es sich, daß die Plattenfärbung mit Echtblausalz B die Färbung mit Dichlorchinonchlorimin sowohl an Intensität als auch an Empfindlichkeit übertrifft. So wird mit der Dichlorchinonchlorimin-färbung weder THC II und THC III erfaßt, noch CBD von seinem Iso-mer getrennt.

Das Verfahren von Machata dürfte sich aber gut zu einer Vorprüfung auf Haschisch mit der Dichlorchinonchlorimin-färbung eignen (man muß sie im Gegensatz zu Echtblausalz B-Färbung nicht immer frisch ansetzen). Die genaue Analyse muß man dann aber dem Verfahren nach Korte-Sieper überlassen.

Bei Versuchen mit der Nachweisgrenze des Korte-Sieper-Verfahrens konnte ich etwas 3 μ g Haschisch mit der Echtblausalz B-Färbung nachweisen.

Rauchversuche

Nachdem ich nun die geeignete Haschisch Nachweismethode gefunden hatte, suchte ich die Nachweisgrenze von Rauch aus Haschischzigaretten.

Ich benützte dazu ein Dräger-Gasspürgerät, womit ich über eine Waschflasche, die mit 50 ml Petroläther gefüllt war, den Rauch aus einer Haschischzigarette saugte. Ich ahmte dabei eine natürliche Rauchlänge nach, damit realistisch viel Rauch im Nebenstrom verloren ging.

Versuch:

Zigarette mit 50 mg Haschisch, 50 ml Petroläther in der Waschflasche, 5,1 l Rauch wurde durch den Petroläther gezogen.

Von den 50 ml Petroläther wurde jeweils ein bestimmtes Volumen genommen, auf einige μ l eingedampft und auf die Platte aufgetragen.

Petroläther (ml)	Haschisch (mg)	Rauch (ml)	sichtbar
1	1	102	Grundfleck, CBD, CBN, THC I, II, III
0,5	0,5	51	Grundfleck, CBD, CBN, THC I
0,25	0,25	25,5	Grundfleck, CBD, CBN, THC I
0,125	0,125	12,75	Grundfleck, CBD, CBN, THC I
0,09	0,09	9	Grundfleck, CBD
0,06	0,06	6	Grundfleck

Als Nachweisgrenze ergaben sich somit 0,125 mg Haschisch oder etwa 12 ml Rauch.

Bei anderen Versuchen gab 1 Zigarette je nach Füllung und Marke zwischen 2,5 und 6,5 l Rauch.

Nun versuchte ich ein besseres und handlicheres Absorptionsmittel als Petroläther zu finden.

Versuch:

Zigarette mit 50 mg Haschisch, 50 ml Petroläther in der Waschflasche, Rohr mit Aktivkohle, 2,5 l Rauch. Mit dem Gasspürgerät wurde der Rauch durch das Rohr mit der Aktivkohle und weiter durch die Waschflasche gesaugt. Die Aktivkohle wurde in 50 ml Petroläther gewaschen. Von den beiden Petrolätherlösungen nahm ich dann jeweils wieder ein bestimmtes Volumen, welches ich auf wenige μ l eindampfte und vollständig auf die Platte auftrug.

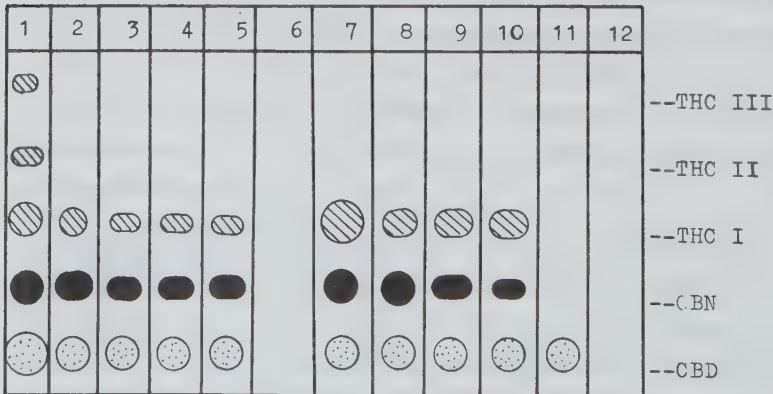


Abb. 2 Vergleich der Absorptionsmittel
Petroläther (1-6) und Aktivkohle (7-12)

Petroläther (ml)	Haschisch (mg)	Rauch (ml)	sichtbar
1) 5	5	250	THC I, II, III, CBN, CBD
2) 1	1	50	THC I CBN, CBD
3) 0,5	0,5	25	THC I CBN, CBD
4) 0,25	0,25	12,5	THC I CBN, CBD
5) 0,125	0,125	6,25	THC I CBN, CBD
6) 0,0625	0,0625	3,13	- - -

Aktivkohle (ml)	Haschisch (mg)	Rauch (ml)	sichtbar
7) 10	10	500	THC I, CBN, CBD
8) 5	5	250	THC I, CBN, CBD
9) 1	1	50	THC I, CBN, CBD
10) 0,5	0,5	25	THC I, CBN, CBD
11) 0,25	0,25	12,5	CBD
12) 0,125	0,125	6,25	- - -

Der Versuch zeigte, daß Aktivkohle Petroläther als Absorptionsmittel ersetzen kann. Bei Versuchen jedoch, die eine sehr hohe Nachweisgrenze erfordern kann die Aktivkohle trotz ihrer besseren Handlichkeit den viermal empfindlicheren Petroläther nicht ersetzen.

2) Untersuchungen mit Versuchspersonen

Die Versuchspersonen rauchten eine Haschischzigarette und bliesen in bestimmten Zeitabständen mit einem kräftigen Atemzug einen Plastikbeutel auf. Die Atemluft mußte eine Waschflasche mit Petroläther passieren, bevor sie in den Plastikbeutel gelangte.

Der Petroläther wurde jedesmal gewechselt, zu wenigen μ l einge-

dampft und auf die Platte aufgetragen. Als Probelösung diente ein Extrakt von wenigen mg Haschisch in Petroläther.

Mit dieser prinzipiellen Versuchsanordnung machte ich eine Reihe von Versuchen, von denen hier vier typische aufgezeichnet sind.

Versuche

Versuch 1: Zigarette mit 250 mg Haschisch, geraucht, 50 ml Petroläther in der Waschflasche, Beutel 1 l.

	Zeit	(min.)	sichtbar
	Rauchbeginn	0	
1)	Rauchende	10	CBD (schwach)
2)		18	CBD (schwach)
3)		22	-
	Probelösung:		CBDS, CBD, CBN, THC

Versuch 2: Zigarette mit 250 mg Haschisch, geraucht, 50 ml Petroläther in der Waschflasche, Beutel 3 l.

	Zeit	(min.)	sichtbar
	Rauchbeginn	0	
1)		7	CBD, CBN, THC
	Rauchende	11	
2)		13	CBD, CBN, THC (schwach)
3)		20	?
	Probelösung:		CBDS, CBD, CBN, THC

Versuch 3: Zigarette mit 250 mg Haschisch, geraucht. Der Atem wurde durch ein Röhrchen mit Aktivkohle in einen Plastikbeutel mit einem Inhalt von 3 l geblasen. Die Aktivkohle wurde in Petroläther gewaschen, dieser dann auf wenige μ l eingedampft und auf die Platte aufgetragen.

Zeit	(min)	sichtbar
Rauchbeginn	0	
1)	5	Grundfleck
Rauchende	10	
2)	18	Grundfleck, CBD, CBN, THC
3)	28	Grundfleck
4) Spatelabstrich		
mit Mundschleim	32	Grundfleck, CBD ?,
Probelösung:		Grundfleck; alle übrigen Fraktionen

Versuch 4: Zigarette mit 250 mg Haschisch, geraucht. Der Atem wurde durch Kohlevorsatzröhrchen (Dräger) und weiter durch eine Waschflasche mit 50 ml Petroläther in einen Plastikbeutel mit einem Inhalt von 3 l geblasen. Die Aktivkohle wurde in je 50 ml Petroläther gewaschen, die Petroläther der Waschflasche und der Aktivkohle jeweils auf wenige μ l eingedampft und auf eine Platte aufgetragen.

Zeit	(min.)	sichtbar Aktivkohle	sichtbar Petroläther
Rauchbeginn	0		
1)	7	Grundfleck, CBD	Grundfleck, CBD
2) Rauchende	13	Grundfleck	Grundfleck, CBD
3)	20	Grundfleck	Grundfleck, CBD
4)	27	Grundfleck	Grundfleck, CBD
Probelösung:		alle Fraktionen	sichtbar

Aus den Versuchen konnten keine sicher reproduzierbaren Ergebnisse erzielt werden. Es fällt aber auf, daß sich bei allen Versuchen CBD nachweisen ließ.

3) Gaschromatographische Untersuchungen

Um einen noch empfindlicheren Haschischnachweis wie mit der Dünnschichtchromatographie zu bekommen, machte ich Versuche mit der Gaschromatographie.

Ich benützte einen Pye 104 Gaschromatographen mit FID und ECD.

Säule: SE-30, 1 %, auf Chromosorb W-DMCS, 80/100 mesh.

Trärgas: N_2 , 25 oder 36 ml/min.

Papiervorschub: 1 cm/min.

Einspritzblock: $270^{\circ}C$

Säule: $230^{\circ}C$

Detektor: $250^{\circ}C$

Die empfindlichkeit des FID war bei einer H_2 -Strömung von etwa 30 ml/min. und einem Luftdurchfluß von 500 ml/min. am größten.

a) Versuche mit dem FID (Flammenionisationsdetektor)

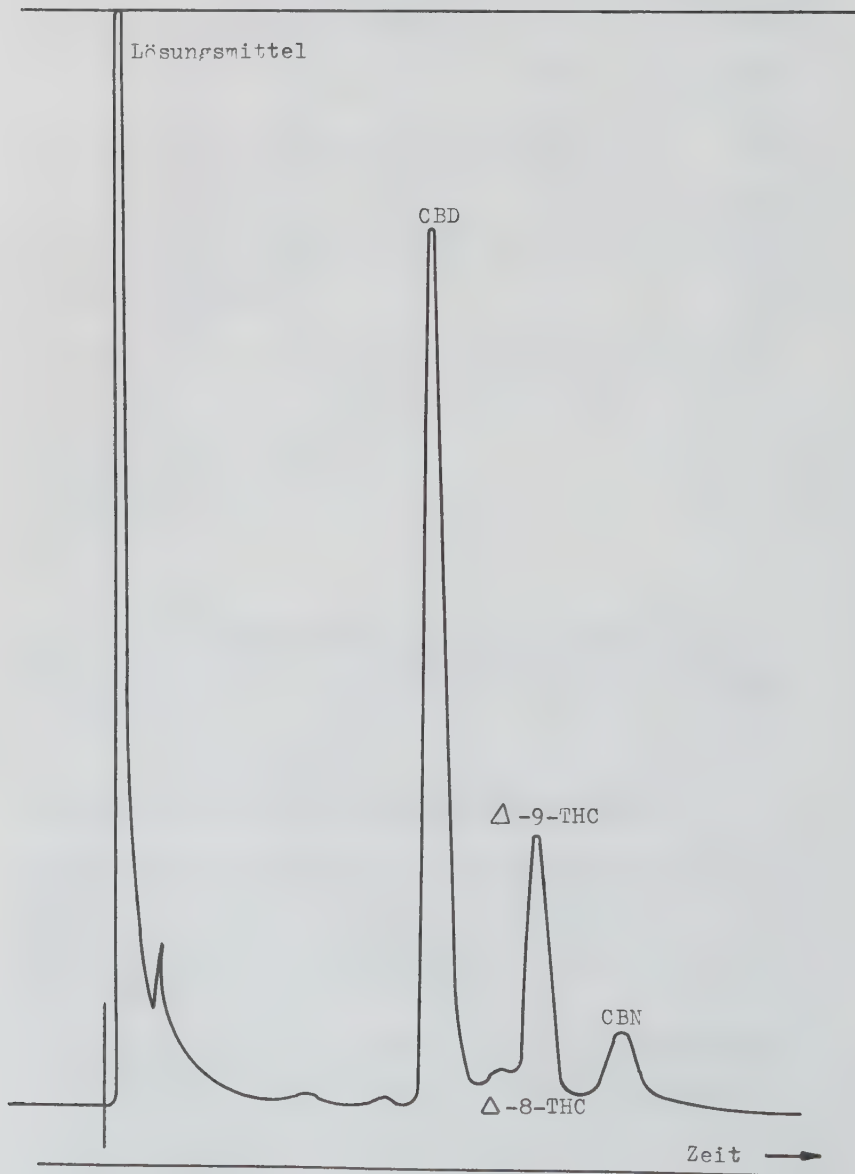
Um die Nachweisempfindlichkeit des FID zu testen, verdünnte ich eine Lösung von 10 mg Haschisch in 10 ml Petroläther bis auf 0,01 mg Haschisch in 10 ml Petroläther und spritzte jeweils einige μ l davon in den Einspritzblock. (N_2 = 25 ml/min.)

Mit dem Gaschromatographen konnte ich somit mit mindestens zwei sicher erkennbaren Komponenten etwa 1 ng Haschisch nachweisen.

Für das Rauchen bedeutet dies, daß etwa 100 ng Haschisch nachgewiesen werden können.

Menge (μ l)	Konzentr. (mg/ml)	Abschwächung	Zeit (1 cm = 1 min.)		
			CBD	THC	CBN
4	10/10	500	10,1	13,1	15,7
4	10/10	500	10,1	13,0	15,75
2	10/10	100	10,05	12,95	15,7
1	10/10	5	10,1	13,1	15,7
1	1/10	5	10,1	12,9	15,75
1	0,1/10	1	10,1	12,9	15,75
1	0,01/10	1	10,1	13,0	(15,8)

Gaschromatogramm SE-30



b) Versuche mit dem ECD (Elektroneneinfangdetektor)

Zur Untersuchung flüchtiger Verbindungen ist die Gaschromatographie gut geeignet. Allerdings werden Halogenverbindungen von üblichen Flammenionisationsdetektoren nur mit geringer Empfindlichkeit angezeigt. Ein Elektroneneinfangdetektor gestattet es aber, elektronegative Verbindungen sehr empfindlich und spezifisch nachzuweisen. Die Empfindlichkeit eines ECD für Halogene ist rund 100 mal so hoch wie die eines FID.

Ich versuchte daher die drei Hauptbestandteile des Haschischs, nämlich die Phenole Cannabinol, Cannabidiol und Tetrahydrocannabinol nach der Methode von Pierce zu verestern:

Man gibt 0,1 bis 1 mg der Probe in ein Reagenzglas mit Verschuß. Die Außenfläche des Verschlusses ist zur besseren Abdichtung mit Teflon bekleidet. Nun fügt man 0,1 ml Pyridin und 0,1 ml Heptafluorbuttersäureanhydrid hinzu. Danach verschließt man das Reagenzglas fest, erwärmt es zwei Stunden bei 60°C und benützt nun die Reaktionsmischung zur gaschromatischen Aufklärung. Die Haschischprobe wird hier statt wie üblich mit Petroläther mit Benzol aufbereitet.

Die Versuche brachten keine exakten und gut reproduzierbaren Ergebnisse. Ich versuchte daher die Veresterung der Haschischkomponenten nach der Methode von van Street.

Er benützte dazu Haschischextrakt gelöst in Toluol und verestert auch mit Heptafluorbuttersäureanhydrid. Dieses Verfahren brachte aber auch keine besseren Ergebnisse wie die Methode von Pierce, so daß ich daraus schließen mußte, daß der Elektroneneinfangdetektor für meine Zwecke nicht geeignet war.

Nachdem nun die gaschromatographische Methode feststand, machte ich wieder den gleichen, früher näher beschriebenen Rauchversuch mit einer Versuchsperson. Ich verwendete aber jetzt zum Nachweis der Haschischbestandteile aus der Atemluft anstatt der Dünnschicht-

chromatographie die Gaschromatographie mit dem Flammenionisationsdetektor.

Versuch: Zigarette mit 250 mg Haschisch, geraucht, 50 ml Petroläther in der Waschflasche, Beutel 3 l. $N_2 = 36 \text{ ml/min.}$

	Zeit (min).	Menge (μl)	Abschwächung
1) Petroläther	-	1	10
2) Haschischextrakt	-	1	50
3) Haschischextrakt	-	1	50
Rauchbeginn	0		
4)	5	5	50
Rauchende	10		
5)	10	3	50
6)	11	4	20
7)	12	2	10
8)	15	4	50
9) 50 ml Petroläther	-	2	20
eingedampft			
10) Haschischextrakt	-	1	50



Die Größe der Verunreinigung macht es nicht möglich zu erkennen, ob eine geringe Menge eines Haschischbestandteiles von der Petrolätherverunreinigung überlagert wurde. Versuche, den Petroläther durch Destillation und Absorption an Kieselgel und Aluminiumoxid von den störenden Verunreinigungen zu befreien, verliefen erfolglos.

Nummer Zeit (cm, lcm = lmin.)

	CBD	THC	CBN	
1)	7,0	(8,9)	(9,8)	(10,9)
2)	7,2	9,2	10,9	14,0
3)	7,0	9,1	10,9	
4)	6,3	9,1	9,9	13,4
5)	5,1	7,3	11,0	16,1
6)	(6,3)	7,7	(11,2)	(11,8)
7)	5,2	7,2	11,1	11,7
8)	7,3	9,1	9,9	13,3
9)	6,2	(7,7)	9,8	15,9
10)	7,1	9,1	10,0	15,9
		9,2	10,9	16,0

____: sehr gut sichtbar

----: gut sichtbar

....: schlecht sichtbar

Nur Ziffer: sehr schlecht sichtbar

() : kaum noch sichtbar

X. DISKUSSION

Bei meinen Versuchen stellte es sich heraus, daß sowohl die Gaschromatographie, als auch die Dünnschichtchromatographie empfindlich für den Nachweis von Haschischbestandteilen sind.

Die Dünnschichtchromatographie zeigte in der Ausführung nach Lukowicz eine Gute Trennung von CBD, CBN und THC. Die Nachweisgrenze dieses Verfahrens lag bei einer Haschischlösung bei etwa 3 μg Haschisch und bei Rauch aus Haschischzigaretten bei 125 μg , was etwa 10 ml Rauch entspricht.

Mit der Gaschromatographie konnte ich zunächst aus einer Haschischlösung etwa 1 ng Haschisch nachweisen. Aus dem Rauch von Haschischzigaretten ließ sich dann aber keine so hohe Nachweisgrenze wie mit der DC erzielen, da die Vielzahl und Größe der Verunreinigungen des Petroläthers eine Unterscheidung zwischen Verunreinigung und Haschischbestandteilen nicht zuließ. Mit anderen Lösungsmitteln konnte ich ebenfalls keine besseren Ergebnisse erzielen. Mit beiden Methoden prüfte ich nun, ob ein Nachweis von Haschischbestandteilen in der Atemluft nach Haschischrauchen möglich ist.

Mit der Dünnschichtchromatographie gelang mir der Nachweis von CBD, CBN und THC zwischen 2 und 8 Minuten nach Rauchende. CBD ließ sich sogar bis zu 14 Minuten nach Rauchende nachweisen.

Mit der Gaschromatographie konnte ich diese Resultate wegen den vorher erwähnten Schwierigkeiten mit den Lösungsmitteln nicht wiederholen.

Nach Pohl läßt sich normalerweise keine Exhalation von Cannabinolen nachweisen. Dagegen konnte ich aber bis zu 14 Minuten nach Rauchende Cannabinole aus der Ausatemluft nachweisen. Die Frage, ob diese Cannabinole aus Exhalation oder Restluft stammen, steht offen, aber die Zeit von 14 Minuten spricht bei der großen resorbierenden Oberfläche der Lunge wohl dagegen, daß die Cannabinole aus der Restluft stammen.

Für den praktischen Einsatz zum Nachweis von gerauchtem Haschisch ist die von mir beschriebene Nachweismethode wohl etwas umständlich. Außerdem ist die Zeit, in der ein Nachweis überhaupt möglich ist, relativ kurz.

Es konnte jedoch gezeigt werden, daß ein Nachweis von Haschischbestandteilen in der Atemluft prinzipiell möglich ist. Außerdem wurde gezeigt, daß sich auch Aktivkohle gut als Absorptionsmittel für Haschischbestandteile eignet.

XI. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wertete ich die zitierte Literatur über Gewinnung, Zusammensetzung, Wirkung und Stoffwechsel von Haschisch aus.

Weiterhin wurden die verschiedenen Haschischnachweisverfahren angeführt. Der Haschischnachweis aus dem Urin, das Verhalten von Cannabis beim Rauchen, der Haschischnachweis an den Fingern und aus dem Mund nach dem Rauchen und die Identifizierung von Cannabisbestandteilen aus dem Rauch in geschlossenen Räumen wurde gesondert behandelt.

In eigenen Versuchen untersuchte ich die dünnschichtchromatographischen Verfahren nach Machata und das von Lukowicz weiterentwickelte Verfahren nach Korte-Sieper auf ihre Brauchbarkeit.

Gaschromatographisch machte ich Versuche mit dem FID. Der ECD wurde in Verbindung mit der Veresterung der Haschischkomponenten erprobt. In Rauchversuchen wies ich mit der Dünnschichtchromatographie nach Lukowicz die Haschischbestandteile CBD, CBN und THC bis zu 8 Minuten, CBD bis zu 14 Minuten nach Rauchende aus der Ausatemluft nach. Gaschromatographisch konnten diese Ergebnisse nicht erzielt werden.

Die Möglichkeit des Haschischnachweises nach Rauchen wurde diskutiert.

XII. LITERATURVERZEICHNIS

- Agurell S., Nilsson J.M., Ohlsson A., Sandberg F.
Elimination of Tritium-Labelled Cannabinols in the Rat
with Special Reference to the Development of Tests for the
Identification of Cannabis Users.
Biochemical Pharmacology, Vol. 18, pp. 1195 - 1201 (1969)
- Agurell S., Nilsson J.M., Ohlsson A., Sandberg F.
On the Metabolism of Tritium-Labelled Δ -1-Tetrahydro-
cannabinol in the Rabbit.
Biochemical Pharmacology, Vol. 19, pp. 1333 - 1339 (1970)
- Andersen M., Nielson E., Schou J., Steentoft A., Worm K.
A Specific Method for the Demonstration of Cannabis Intake
by TLC of Urine.
Acta Pharmacol. et Toxicol. 29, 111 (1971)
- Backer R.C., Jensen W.N., Beck A.G., Barnett R.J.
A simple Method for the Infrared Identification of Cannabinoids
of Marihuana Resolved by Gas Chromatography.
Forensic Sciences, 15, 287 - 291 (1970)
- Ball J.C., Chambers C.D., Ball M.J.
The Association of Marihuana Smoking with Opiate Addiction
in the United States.
Journal of Criminal Law Vol. 59, No. 2, pp. 171 - 182 (1968)
- Bäumler J.
Zur raschen Identifizierung von Haschisch.
Arch. Kriminol. 134, 92 (1964)
- Betts T., J., Holloway P.J.
Chromatographic Identification of Cannabis.
J. Pharmac., 19, Suppl., 97 - 102 (1967)

Blum W.

Analyse von Inhaltsstoffen im Haschisch.

Application Tips (Finnigan) Nr. 3 (1971)

Caddy B., Fish F.

A Screening Technique for Indian Hemp.

J. Chromat. 31, 584 - 587 (1967)

Caddy B., Fish F., Wilson W.D.C.

Gas Chromatography for Indian Hemp.

J. Pharm. Pharmac., 19, 851 (1967)

Chopra G.S.

Marihuana and Adverse Psychotic Reactions.

Bull. on Narcotics, Vol. XXIII, No. 3 (1971)

Christiansen J., Rafaelsen C.J.

Cannabis Metabolites in Urine after Oral Administration.

Psychopharmacologica (Berl.) 15, 60- 63 (1969)

Claussen U., Borger W., Korte F.

Zur chemischen Klassifizierung von Pflanzen, XXVII,
Gaschromatographische Analyse der Inhaltsstoffe des
Hanfes.

Annalen der Chemie 693, 158 - 164 (1966)

Claussen U., Korte F.

Herkunft, Wirkung und Synthese der Inhaltsstoffe des
Haschisch.

Die Naturwissenschaften 53. Jahrgang, Heft 21 (1966)

Claussen U., Spulak F. von, Korte F.

Zur chemischen Klassifizierung von Pflanzen, XXXI,
Cannabichromen, ein neuer Haschisch-Inhaltstoff.

Tetrahedron, Vol. 22, 1477 - 1479 (1966)

Claussen U., Fehlhaber H.W., Korte F.

Massenspektrometrische Bestimmung von Haschischinhaltsstoffen.

Tetrahedron, Vol. 22, pp. 3535 - 3543 (1966)

Claussen U., Korte F., von Spulak F.

Zur Kenntnis der Inhaltsstoffe des Haschisch.

Tetrahedron, Vol. 24, pp. 1021 - 1023 (1968)

Claussen U., Korte F.

Über das Verhalten von Hanf und von Δ -9-6a.10a-trans-Tetrahydrocannabinol beim Rauchen.

Justus Liebigs Annln. Chem., 713, 162 (1968)

Claussen U., Korte F.

Phenolische Inhaltsstoffe der Hanf-Pflanze und ihre Umwandlung zu Haschisch-Inhaltsstoffen.

Justus Liebig Ann. Chem. 713, 166 - 174 (1968)

David P., Carew Ph. D.

Microscopic, Microchemical and Thin-Layer Chromatographic Study of Marihuana Grown or Confiscated in Iowa.
Journal of Forensic Science, Vol. 16, No. 1 (1971)

Davis T.W.M., Farmilo G., Osadchuk M.

Identification and Origin Determinations of Cannabis by Gas and Paper Chromatography.

Analyt. Chem. 35, 751 (1963)

Fish F., Wilson W.D.C.

Identification of Cannabis Constituents in the Particulate Matter of Smoke.

Journal of the Forensic Science Society, Vol. 9, No. 182 (1969)

Foltz R.L., Fentiman A.F.

Metabolite of trans- Δ -8-Tetrahydrocannabinol:
Identification and Synthesis.
Science 168 pp. 844 - 845 (1970)

Fulton, C.C.

The Furfural Test for Cannabis Resin.
Bulletin on Narcotics, Vol. XXII, No. 2 (1970)

Gaoni Y., Mechoulam R.

The Structure and Synthesis of Cannabigerol, a New
Hashish Constituent.
Proceed. Chem. Soc., Seite 82 - 83 (1964)

Grlic L.

Recent Advances in the Chemical Research of Cannabis.
Bulletin on Narcotics 16, 29 - 38 (1964)

Haag T.P.

Zum Nachweis von Rauschgiften, insbesondere Haschisch.
Deutsche Apotheker-Zeitung 110 Jhg., Nr. 48 (1970)

Heaysman L.T., Walker E.A., Lewis D.T.

The Application of Gas Chromatography to the Examination
of the Constituents of Cannabis sativa.
Analyst. Lond., 92 - 450 - 455 (1967)

Isbell H., Gorodetzky C.W., Jasinski D., Claussen U., von Spulak F.,
Korte F.

Psychopharmacologia, 11, 184 (1967), zitiert nach
Lerner P.

Kane V.

Constituents of Hashish. A Novel Reaction of Olivetol with
Citral in Presence of Pyridine. Total Synthesis of dl-
cannabicyclol and dl-cannabichromen.
J. Amer. Chem., 90, 23, 6551 (1968)

Kingston C.R., Kirk B.L.

Separation of Components of Marihuana by Gas-liquid chromatography.

Analyt. Chem. 33, 1794 - 1975 (1961)

Klug E.

Zur Kenntnis des Rauschmittelnachweises.

Zeitschrift für Rechtsmedizin, Volume 68 No. 4 (1971)

Kolšek J., Matičič M., Repic R.

Zur Papierchromatographie der Inhaltsstoffe des Hanfes.

Arch. Pharm. (Weinheim) 295, 151 (1962)

Korte F., Sieper H.

Zur chemischen Klassifizierung von Pflanzen. XXIV. Untersuchungen von Haschischinhaltsstoffen durch Dünnschichtchromatographie.

J. Chromatolog., 13, 90 - 98 (1964)

Korte F., Sieper H.

Zur chemischen Klassifizierung von Pflanzen. XXV. Quantitative Bestimmung von Haschisch-Inhaltsstoffen nach Dünnschichtchromatographie.

J. Chromatog., 14, 178 (1964)

Korte F., Haag M., Claussen U.

Tetrahydrocannabinolcarboxylicacid, a component of Hashish.

Angew. Chemie International Edition, 4, 872 (1965)

Lerner M., Zeffert J.T.

Determination of Tetrahydrocannabinol Isomers in Marihuana and Hashish.

Bull. on Narcotics, Vol. XX, No. 2 (1968)

Lerner P.

The Precise Determination of Tetrahydrocannabinol in
Marihuana and Hashish.

Bull. on Narcotics, Vol. XXI, 39, No. 3 (1969)

Lukowicz A. von

Über den Nachweis von Haschisch und Haschischfälschun-
gen.

Dissertationsarbeit, Institut für gerichtliche Medizin und
Kriminalistik der Universität Erlangen - Nürnberg. (1969)

Machata G.

Analytischer Nachweis und Bewertung von Haschisch.
Arch. Toxikol., 25, 19 - 26 (1969)

Machata G., Kryspin-Exner K.

Nachweis von Haschisch im Harn nach experimenteller
Einnahme.

Wiener Klinische Wochenschrift, 82, 849 (1970)

Martin L., Smith T.M., Farmilo C.G.

Essential Oil from Fresh Cannabis Sativa and its Use in
Identification.

Nature (London) 191, 774 (1961)

de Faubert Maunder M.J.

Two Simple Color Tests for Cannabis.

Bull. on Narcotics, Vol. XXI No. 4, pp. 37 - 43 (1969)

Mechoulam R., Gaoni Y.

Hashish IV. Isolation and Structure of Cannabinolic,
Cannabidiolic and Cannabigerolic Acids.

Tetrahedron 21, 1223 (1965)

Miras C., Simos S., Kiburis J.

Comparativ Assay of the Constituents from the Sublimate
of Smoked Cannabis with that from Ordinary Cannabis.

Bull. on Narcotics, 16 (1), 13 (1964)

Obata Y., Ishikowa Y.

Constituents of the Hemp Plant. I. Volatile Phenol Fraction.

Bull. Agr. Chem. Soc. Japan, 24, 667 (1960)

Ohlsson A., Abou-Chaar C. J., Agurell S., Nilsson J. M., Olofsson K.,
Sandberg F.

Cannabinoid Constituents of Male and Female Cannabis
Stativa.

Bull. on Narcotics Vol. XXIII, No. 1 (1971)

Parker K. D., Wright J. A., Halpern A. F., Hine C. A.

Preliminary Report on the Separation and Quantitativ
Determination of Cannabis Constituents Presented in Plant
Material, and when Added to Urine, by Thin-layer and
Gas Chromatographie.

Bull. on Narcotics Vol. XX, No. 4, pp. 9 - 14 (1968)

Phillips R., Turk R., Manno J., Jain N., Crim D., Forney R.
Seasonal Variation in Cannabinolic Content of Indiana
Marihuana.

Journal of Forensic Sciences, 15, 191 - 200 (1970)

Pohl K. D.

Methodische Beiträge zum Nachweis des Haschischkon-
sums.

Archiv für Kriminologie, Mai-Juni (1971)

de Ropp R.S.

Chromatographic Separation of the Phenolic Compounds
of Cannabis Sativa.

J. Am. Pharm. Ass. Sci. Edn., 49, 756 - 758 (1960)

Schultz O.E., Haffner G.

Zur Frage der Biosynthese der Cannabinole.

Archiv der Pharmazie, 293/65, 1 (1960)

von Spulak F., Claussen U.

Tetrahydrocannabitril, Cannabidiocarboxylic Acid Ester,
a New Constituent of Hashish.

Tetrahedron, 24, 15, 5379 (1968)

Stone M.H., Stevens H.M.

The Detection of Cannabis Constituents in the Mouth and
on the Fingers of Smokers.

Journal of the forensic science society, Vol. 9, No.182
(1969)

van Street H.

Identification of Drugs by a Combination of Gas-Liquid,
Paper and Thin-Layer Chromatography.

Journal of Chromatography 48, 291 - 294 (1970)

Toffoli F., Avico U., Signoretti Ciranni E.

Methods of Distinguishing Biologically active Cannabis and
Fibre Cannabis.

Bull. on Narcotics, Vol. XX, No. 1, pp. 55 - 59 (1968)

Turk R.F., Forney R. B., King J. B., Ramachandran S.

A Methode for Extraction and Chromatographic Isolation,
Purification and Identification of Tetrahydrocannabinol and
Other Compounds from Marihuana.

Journal of Forensic Sciences, Vol. 14, No. 3, pp. 385-388(1969)

Turk R. F., Manno J. E., Jain N. C., Forney R. C.

LD₅₀ and Distribution of Pure (99 %) Natural Tetrahydrocannabinol in Rats.

Fall Aspet Meetings (1969)

Völksen W.

Hanf als Arzneimittel und Rauschdroge. Die Erkennung von Marihuana und Haschisch.

Deutsche Apotheker-Zeitung, 110 Jhg., Nr. 48 (1970)

Vollner L., Bienich D., Korte F.

Cannabidivarin, ein neuer Haschisch-Inhaltsstoff.

Tetrahedron, 3, 145 (1969)

Herrn Prof. Dr. Hauck danke ich für die Überlassung
des Themas und den Anregungen bei der Arbeit, sowie
Herrn von Meyer für seine jederzeitige Unterstützung.

LEBENS LAUF

Am 12. 11. 1946 wurde ich in Ulm geboren. Ich besuchte in Ulm von 1953 bis 1957 die Volksschule, anschließend das Schubart-Gymnasium, an welchem ich 1966 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1967 begann ich mit dem Studium der Medizin in München. Am 25. 4. 1968 bestand ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 6. 10. 1969 die ärztliche Vorprüfung.

Mein medizinisches Staatsexamen beendete ich am 16. 2. 1973 an der selben Universität.

